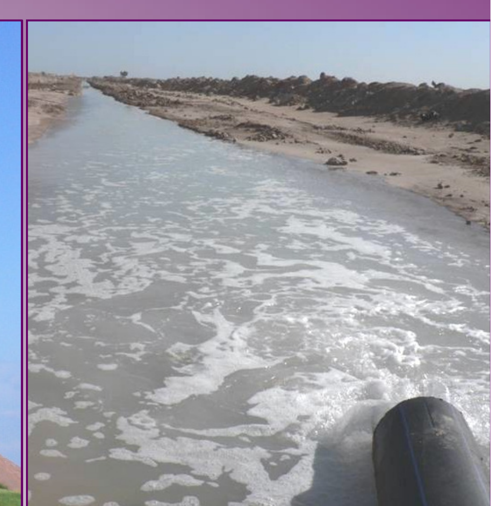
Überlegungen

zur Aufbereitung der Abstoßlösungen des Werkes Werra

Dr. Heiner Marx

Dipl.-Chem. Stephan Kaps | Dr. Heinz Scherzberg | Dipl.-Phys. Jürgen Bach

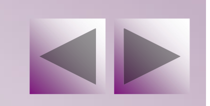


Vorbereitete, aber nicht vorgestellte Präsentation!

23. Sitzung des Runden Tisches

21.01.2014 | Bürgersaal Heringen





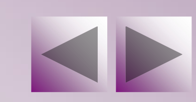
Zielstellung

Rückstandsfreie Aufbereitung der Abstoßlösungen aus dem Werk Werra

V E R M E I D U N G

- Einleitung in den Vorfluter Werra / Weser
- Verpressung in den Untergrund





Prognose Salzwasseranfall ab 2016

Basis Phase 3 aus Einleitantrag Werra, Erläuterungsbericht vom 27.04.2012

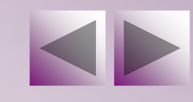
Standort	Bezeichnung	Volumen	Durchschnittliche Zusammensetzung			
		[m³/a]	**KCl** [g/l]	**$MgCl_2$** [g/l]	**$MgSO_4$** [g/l]	**NaCl** [g/l]
Hattorf	HA Kieseritwaschwasser	600.000	51	24	77	231
	HA Hartsalzabstoßlösung	2.400.000	48	170	48	90
	HA Haldenwasser	700.000	44	92	84	150
	Summe Hattorf	**3.700.000**				
Wintershall	WI Kieseritdeckwasser	553.000	51	24	77	232
	WI Q-Lösung	1.016.000	89	131	68	111
	WI E-Lösung	333.000	51	278	46	36
	WI Haldenwasser	500.000	45	70	104	150
	Summe Wintershall	**2.402.000**				
Werk Werra	**Abstoßlösungen HA + WI**	**6.102.000**				
Neuhof-Ellers	**NE Haldenwasser**	**700.000**	28	50	68	112
Summe HA + WI + NE		**7.000.000**				

Prognose Salzwasseranfall ab 2016

Basis Phase 3 aus Einleitantrag Werra, Erläuterungsbericht vom 27.04.2012

	Abstoßlösung, gesamt
KCl	354,3 kt/a
$MgSO_4$	446,8 kt/a
$MgCl_2$	795,7 kt/a
NaCl	866,1 kt/a
Gesamt	2.462,9 kt/a
Volumen	ca. 7.000.000 m³/a



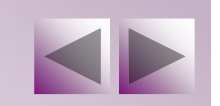


Prognose Salzwasseranfall ab 2016

- Abstoßlösungen Werk Werra vs. Natursolen / Abstoßlösungen genutzt bzw. Nutzung angedacht

Bezeichnung / Herkunft der Salzlösung		Wertkomponenten [g/l]			Nebenkomponenten [g/l]		
		KCl	$MgSO_4$	Na_2SO_4	$CaCl_2$	NaCl	$MgCl_2$
Hattorf	Deutschland	47,7	59,5	---	---	124,2	131,6
Wintershall + Neuhof Ellers	Deutschland	57,3	73,0	---	---	131,0	99,6
Salinenmutterlauge	Österreich	90	---	65	---	248	---
Atacama	Chile	35	32	---	---	250	16
Great Salt Lake	USA	8	17	---	---	185	10
Rann of Kutch (Bittern)	Indien	17	48	---	---	205	77
Cañamac	Peru	7	17	---	---	202	48





Prognose Salzwasseranfall ab 2016

- Abstoßlösungen Werk Werra vs. Natursolen / Abstoßlösungen genutzt bzw. Nutzung angedacht

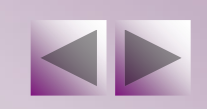
Konzentration [g/l]

450
400
350
300
250
200
150
100
50
0

Na2SO4
NaCl
MgCl2
MgSO4
KCl

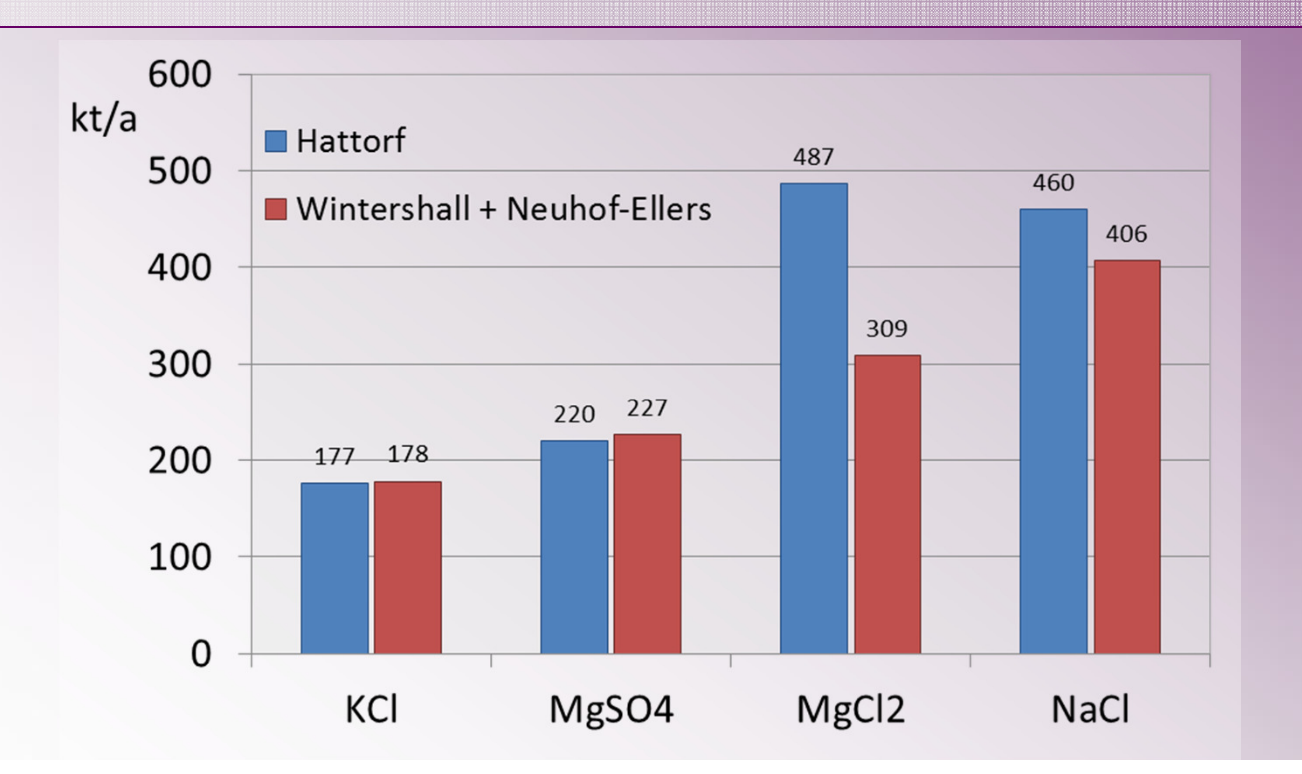
Mischlauge Hattdorf
Mischlauge Wintershall + Neuhof-Ellers
Salinenmutterlauge (Österreich)
Rann of Kutch; Bittern (Indien)
Cañamac (Peru)
Great Salt Lake (USA)
Atacama (Chile)



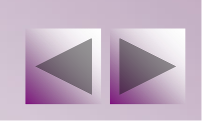


Mischung der Lösungen pro Standort

- Ausgleich von Schwankungen / Konstantes Verhältnis Kalium : Sulfat
- Menge und Zusammensetzung beider Mischlösungen weitgehend ähnlich
- Rohstoffquelle mit hohem Sulfatanteil ⇨ Produktion von **K_2SO_4**







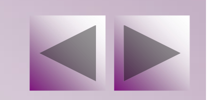
Konzept

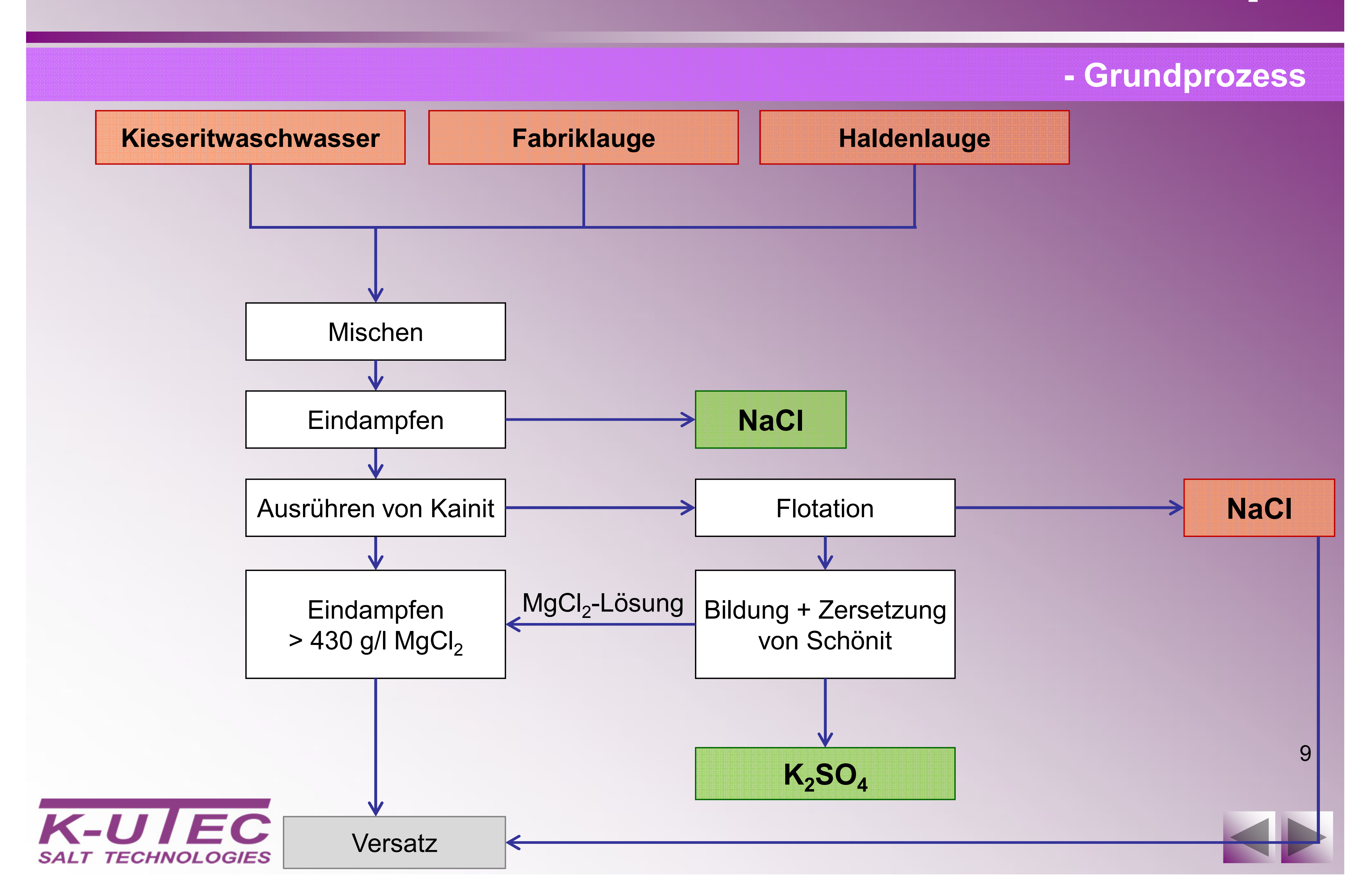
- Aufkonzentrierung der Mischlösungen durch Eindampfen
- Weiterverarbeitung der Kristallisate zu K_2SO_4 und Nebenprodukten
- Verkauf und/oder Versatz des anfallenden NaCl
- Eindampfen der Restlösung auf > 430 g/l $MgCl_2$ und Versatz

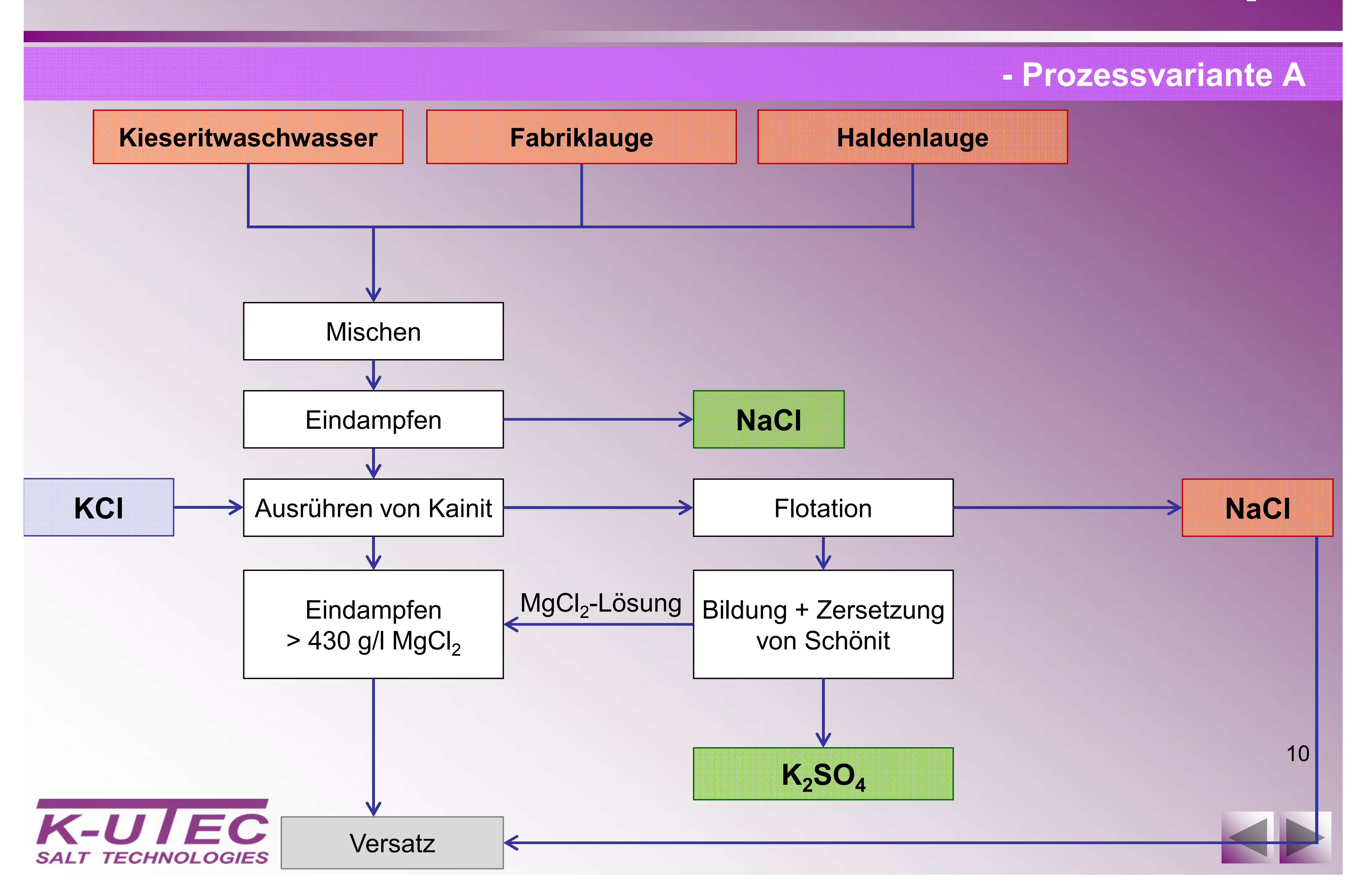
- Abhängig von der Methode zum Abbau des Überschusses an Sulfat

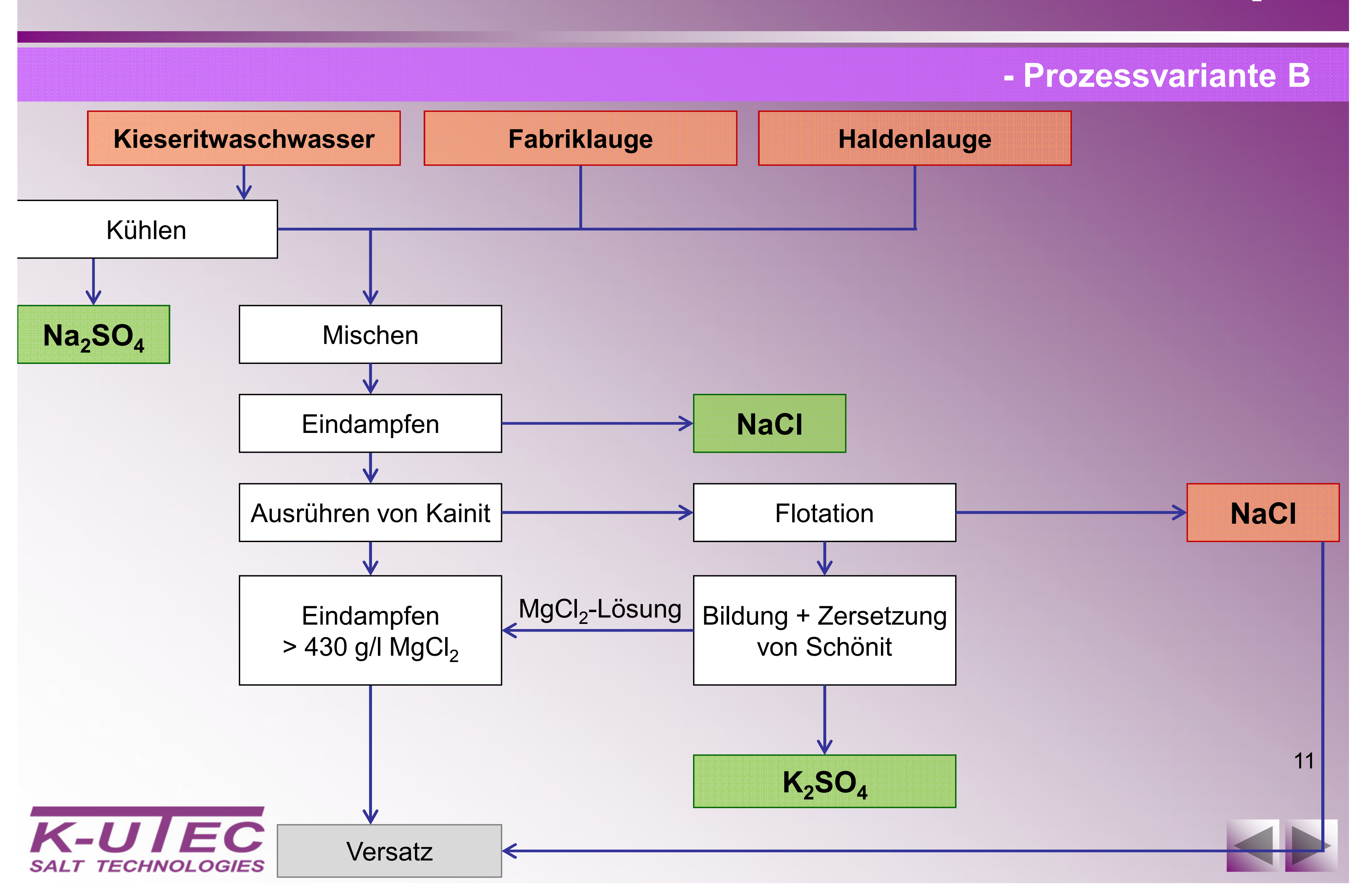
3 VERFAHRENSVARIANTEN

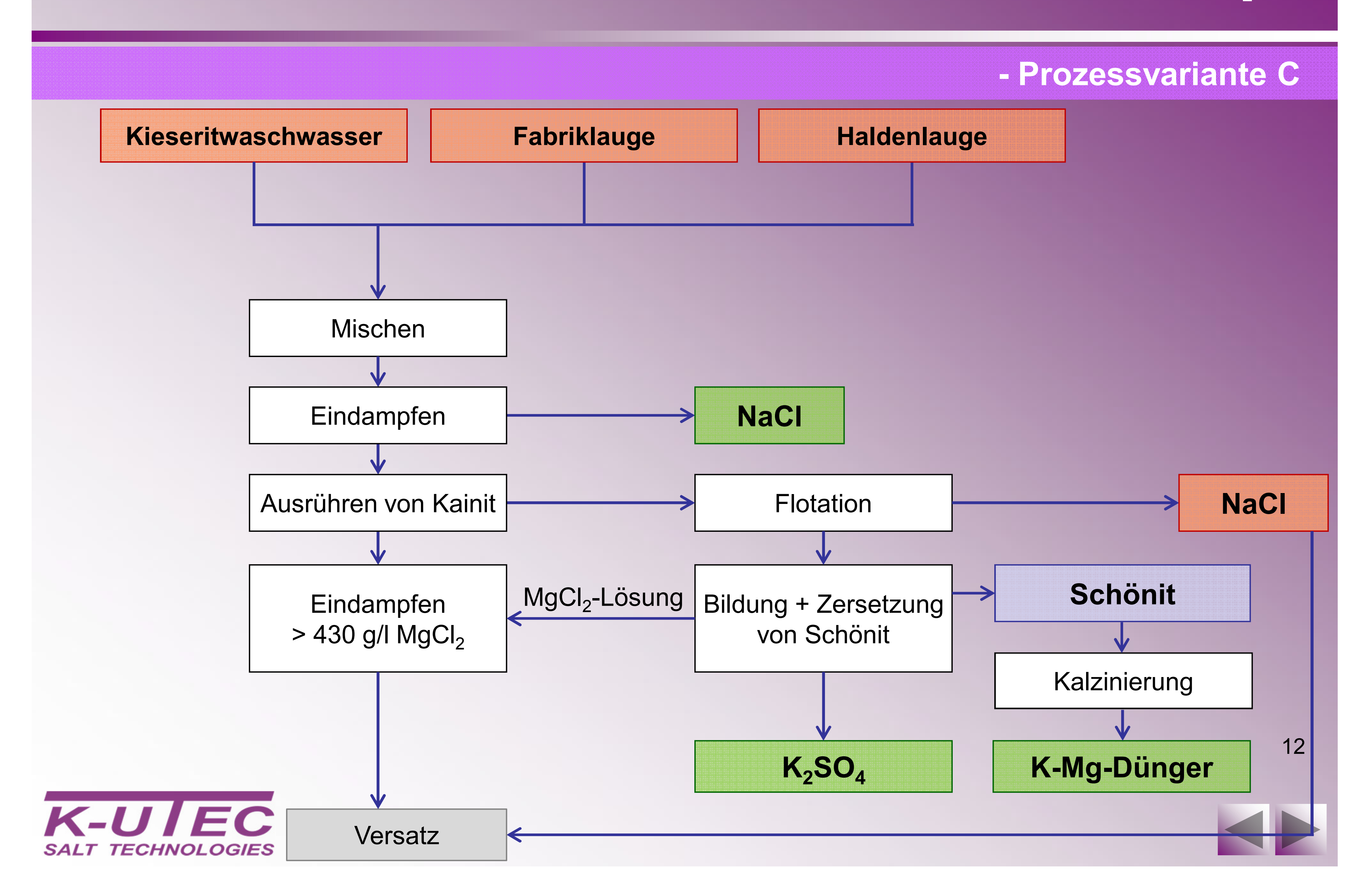





Konzept
- Grundprozess
Kieseritwaschwasser
Fabriklauge
Haldenlauge
Mischen
Eindampfen
NaCl
Ausrühren von Kainit
Flotation
NaCl
Eindampfen
> 430 g/l $MgCl_2$
$MgCl_2$-Lösung
Bildung + Zersetzung
von Schönit
K_2SO_4
Versatz
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Konzept
- Prozessvariante A
Kieseritwaschwasser
Fabriklauge
Haldenlauge
Mischen
Eindampfen
NaCl
KCl
Ausrühren von Kainit
Flotation
NaCl
Eindampfen
> 430 g/l $MgCl_2$
$MgCl_2$-Lösung
Bildung + Zersetzung von Schönit
K_2SO_4
Versatz
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES
10


Konzept
- Prozessvariante B
Kieseritwaschwasser
Fabriklauge
Haldenlauge
Kühlen
Na_2SO_4
Mischen
Eindampfen
NaCl
Ausrühren von Kainit
Flotation
NaCl
Eindampfen
> 430 g/l $MgCl_2$
$MgCl_2$-Lösung
Bildung + Zersetzung von Schönit
K_2SO_4
Versatz
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES


Konzept
- Prozessvariante C
Kieseritwaschwasser
Fabriklauge
Haldenlauge
Mischen
Eindampfen
NaCl
Ausrühren von Kainit
Flotation
NaCl
Eindampfen
> 430 g/l $MgCl_2$
$MgCl_2$-Lösung
Bildung + Zersetzung von Schönit
Schönit
Kalzinierung
K_2SO_4
K-Mg-Dünger
Versatz
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

Konzept

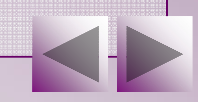
- Stand der Technik: Industrielle Anwender I

- **Eindampfen von NaCl-Lösungen** - K+S (Deutschland)
  DEUSA (Deutschland)
  AKZO Nobel (Niederlande)
  Salinen Austria (Österreich)

- **Eindampfen von $MgCl_2$-Lösungen (≥ 430 g/l)** - K+S (Deutschland)
  Kombinat Kali (Sondershausen, DDR)
  ORIANA (Kalush, Urkraine)

- **Ausrühren von Kainit und anderen Doppelsalzen mit nachfolgender Flotation des NaCl** - K+S (Deutschland)
  SQM (Chile)
  Great Salt Lake Minerals Ltd (USA)
  Italkali (Sizilien, Italien)



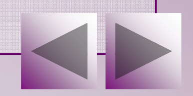


Konzept

- Stand der Technik: Industrielle Anwender II

Herstellung von K_2SO_4 über Schönit	- K+S (Deutschland) Kombinat Kali (Dorndorf, DDR) Great Salt Lake (USA) SQM (Chile) Archean (Indien); im Bau SALSUD (Peru); in Planung
Tiefkühlen von Lösungen und Kristallisation von Glaubersalz / Herstellung von wasserfreiem Na_2SO_4 aus Glaubersalz	- Kombinat Kali (Merkers, Deutschland) EMISAL (Ägypten) ALKIMIA (Tunesien)
Herstellung von K-Mg-Düngern	- K+S ORIANA (Kalush, Ukraine) INTREPIT (USA)
Dickstoffversatz von $MgCl_2$-Lösungen	- K+S; GTS; GSES; NDH-E (Deutschland)





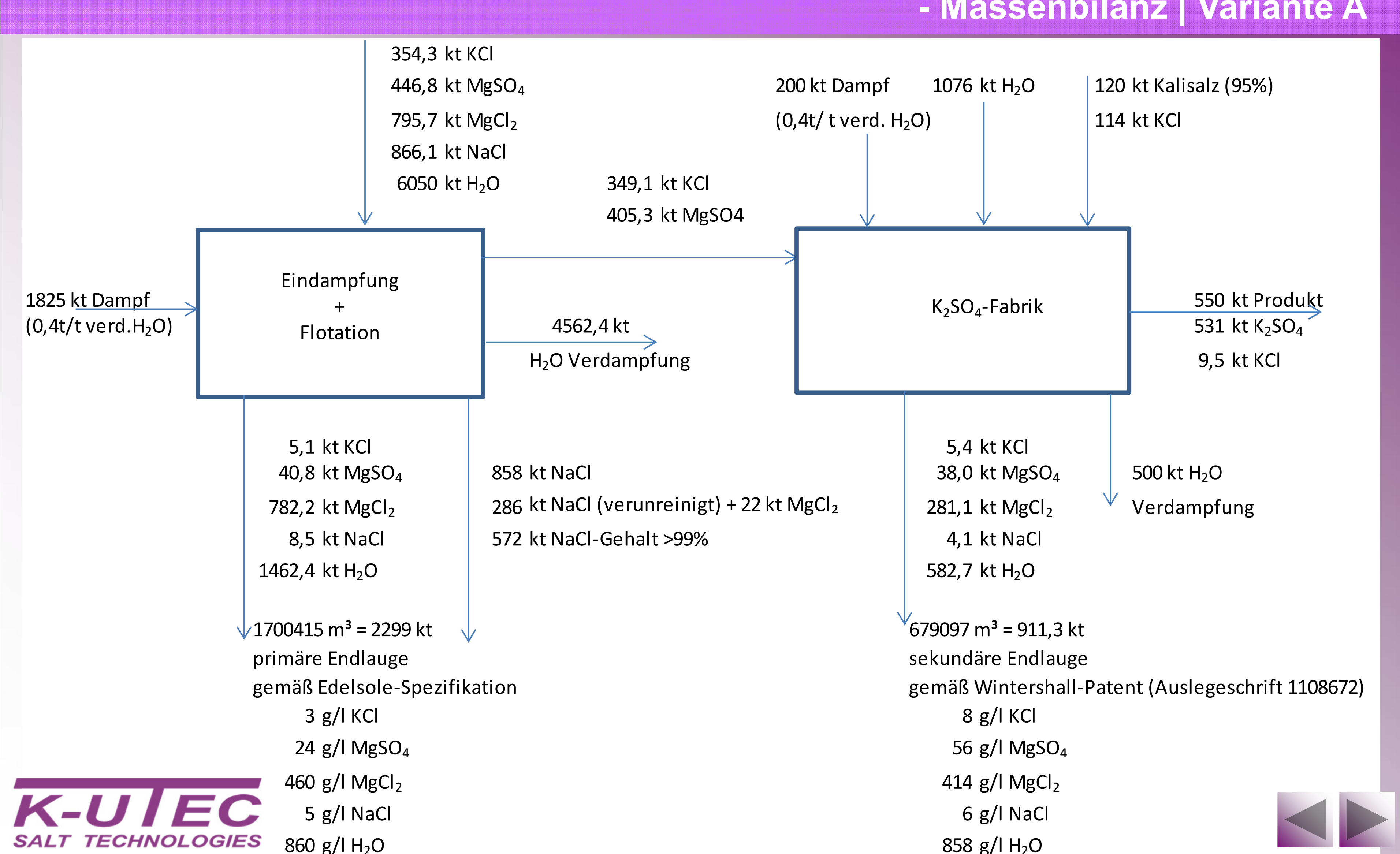
Konzept

- Stand der Technik: Patente (Auswahl)

11/1961	DE 1 106 300	Henne; Ratsch / WINTERSHALL AG	Verfahren zur Herstellung von Kaliumsulfat
01/1962	DE 1 108 672	Henne; Ratsch / WINTERSHALL AG	Verfahren zur Herstellung von Kainit aus bei der Herstellung von Chlorkalium oder Kaliumsulfat anfallenden Mutterlaugen
08/1962	DE 1 22 931	Henne; Budan; Ratsch / WINTERSHALL AG	Verfahren zur Herstellung von Kaliumsulfat
08/1962	DE 1 22 930	Henne; Ratsch / WINTERSHALL AG	Verfahren zur Herstellung von Kaliumsulfat und hochprozentigem Chloralkalium
10/1963	DE 1 145 156	Henne; Budan; Ratsch / WINTERSHALL AG	Verfahren zur Herstellung von Kaliumsulfat durch Umsetzung von Kaliumchloridloesung mit Kalimagnesia
11/1963	US 3,110,561	Henne; Ratsch; Budan / WINTERSHALL AG	Process for the production of potassium sulphate
07/1964	DE 1 159 414	Henne; Ratsch / WINTERSHALL AG	Verfahren zur Herstellung von Kaliumsulfat
08/1965	US 3,203,757	Henne; Ratsch / WINTERSHALL AG	Process for the production of potassium sulphate

Konzept

- Massenbilanz | Variante A



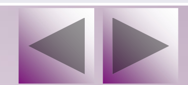
K-UTEC
SALT TECHNOLOGIES

Konzept

- Investitionskosten 1 | Variante A

Pos.	Investition	Kosten
1.	Grundstück / Erschließung (15 ha)	4.500 T€
2.	Verbundleitung / Stapeltanks	35.000 T€
3.	Dickstoffversatzanlage	63.600 T€
4.	Anbindung KCl-Einfuhr (in Pos. 2. enthalten)	---
5.	EDA 1 (6 Linien) EDA 2 (2 Linien) VKA 3-stufig (2 Linien) Kühlsystem Flotation (2 Linien)	97.500 T€ 22.500 T€ 6.250 T€ 14.000 T€ 6.250 T€
6.	KNZ-Anlage	3.600 T€
7.	SOP-Produktion	69.000 T€
8.	Trocknung	15.000 T€



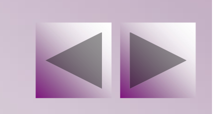


Konzept

- Investitionskosten 2 | Variante A

Pos.	Investition	Kosten
9.	Kompaktierung	20.000 T€
10.	2 Schuppen (je 60.000 t)	36.000 T€
11.	Verladung	12.000 T€
12.	Sozialgebäude und Straßen	9.000 T€
13.	Labor, Magazin, Werkstätten	9.000 T€
14.	Bahn / Logistik	9.000 T€
15.	GT-Kraftwerk	24.000 T€
16.	Dampferzeuger	24.000 T€
17.	Sonstiges (10 % von Pos. 1 bis 16.)	48.020 T€
	Summe Investitionskosten	**528.220 T€**



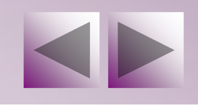


Konzept

- Betriebskosten | Variante A

Bezeichnung	Preis pro Einheit	Verbrauch / pro Jahr	Betriebskosten / pro Jahr
Gas	34 €/MWh	1.700 GWh	57,8 Mio. €
CO_2-Zertifikate	4,5 €/t CO_2	356 kt	1,6 Mio. €
KCl-Zukauf	120 €/t	120 kt	14,4 Mio. €
Bindemittel	5 % CaO zu 85 €/t	161 kt	13,7 Mio. €
Versatzkosten	8 €/t	3.679 kt	29,3 Mio. €
Instandhaltung	3 % der Investitionskosten	528,2 Mio. €	15,8 Mio. €
Personalkosten		300	17,7 Mio. €
		Summe Betriebskosten	**150,3 Mio. €**



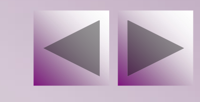


Konzept

- Erlöse | Variante A

Produkt	Preis	Menge / pro Jahr	Erlös / pro Jahr
K_2SO_4	400 €/t	550 kt	220 Mio. €
NaCl (> 99 %)	55 €/t	572 kt	31,5 Mio. €
		Summe Erlöse	**251,5 Mio. €**



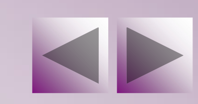


Konzept

- Gewinn | Variante A

Erlöse	251,5 Mio. €
Betriebskosten	150,3 Mio. €
Gewinn	**101,2 Mio. €**





Zusammenfassung

- Eine rückstandsfreie Aufbereitung der Lösungen ist technisch möglich.
- Nächster Schritt: Wirtschaftliche Bewertung der 3 Verfahrensvarianten.



